

**INSERTION-TYPE POLARIZATION GENERATOR**

**Publication number:** JP2002246199

**Publication date:** 2002-08-30

**Inventor:** KITO HIROSHI

**Applicant:** SUMITOMO SPEC METALS

**Classification:**

**- international:** *G21K1/093; H01F1/053; H05H7/04; H05H13/04; G21K1/00; H01F1/032; H05H7/00; H05H13/04; (IPC1-7): H05H13/04; G21K1/093; H01F1/053; H05H7/04*

**- european:**

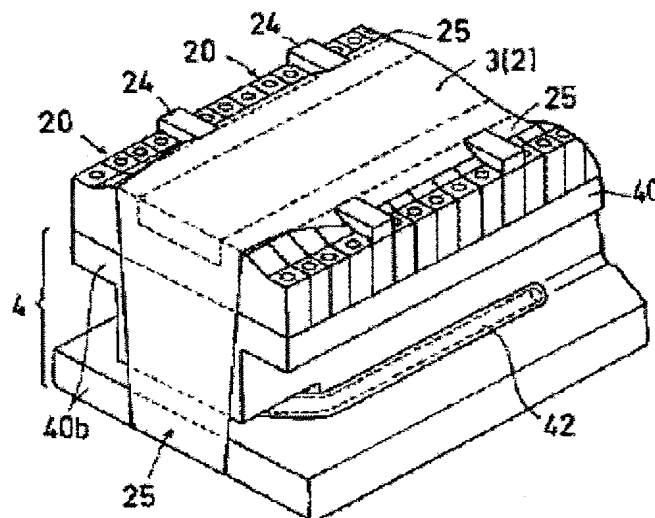
**Application number:** JP20010042855 20010220

**Priority number(s):** JP20010042855 20010220

[Report a data error here](#)

**Abstract of JP2002246199**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an insertion-type polarization generator which solves the problem of thermal demagnetization, caused by a magnet line being heated accompanying the passage of electron beams. **SOLUTION:** This insertion-type polarization generator is equipped with a first magnet line 2, in which many magnets are arranged in a line; a second magnet line 3 in which many magnets are arranged in a line, installed opposite to the first magnet line 2; a gap space through which electron beams are passed, formed between the first magnet line 2 and the second magnet line 3; and a vacuum tank 1 vacuum sealing the first magnet line 2 and the second magnet line 3. A foil 25 of high thermal conductivity is fit to each facing surface of the first magnet line 2 and the second magnet line 3 for radiating heat generated in the magnet lines 2, 3. The foil 25 is preferably formed in a double-layer structure of copper and nickel.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2 0 0 2 - 2 4 6 1 9 9

(P 2 0 0 2 - 2 4 6 1 9 9 A)

(43) 公開日 平成14年8月30日 (2002. 8. 30)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 5 H	13/04	H 0 5 H	13/04 F 2G085
G 2 1 K	1/093	G 2 1 K	1/093 Z 5E040
H 0 1 F	1/053	H 0 5 H	7/04
H 0 5 H	7/04	H 0 1 F	1/04 H

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-42855 (P2001-42855)

(22) 出願日 平成13年2月20日 (2001. 2. 20)

(71) 出願人 000183417

住友特殊金属株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号

(72) 発明者 鬼頭 弘

大阪府三島郡島本町江川2丁目15番17号

住友特殊金属株式会社山崎製作所内

(74) 代理人 100092266

弁理士 鈴木 崇生 (外4名)

F ターム (参考) 2G085 AA13 BC06 BC20 BE01 BE06

DB08 EA01

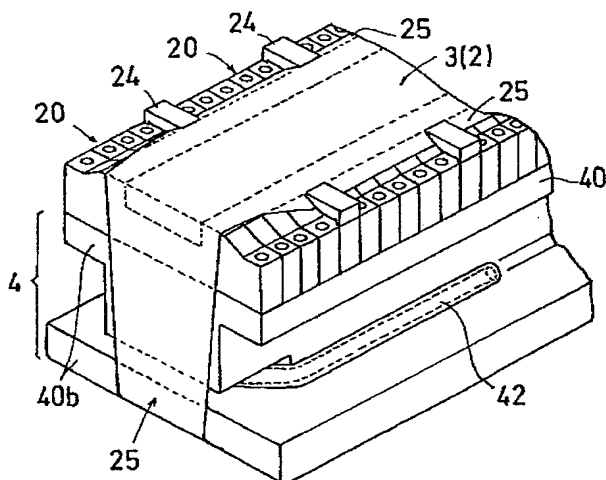
5E040 AA04 CA01 CA20

(54) 【発明の名称】 挿入型偏光発生装置

(57) 【要約】

【課題】 電子ビームの通過に伴い磁石列が加熱されることによる熱減磁の問題を解決することのできる挿入型偏光発生装置を提供すること。

【解決手段】 多数の磁石が列状に配置された第1磁石列2と、第1磁石列2に対向して設けられ、多数の磁石列が配置された第2磁石列3と、第1磁石列2と第2磁石列3との間に形成される電子ビームが通過するためのギャップ空間と、第1磁石列2と第2磁石列3とを真空封止する真空槽1とを備え、第1磁石列2と第2磁石列3の向かい合う表面のそれぞれに、熱伝導性の良いフォイル25を取り付け、各磁石列2, 3に発生する熱を逃がすように構成し、フォイル25は好ましくは銅とニッケルの二層構造で形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多数の磁石が列状に配置された第 1 磁石列と、

前記第 1 磁石列に対向して設けられ、多数の磁石が列状に配置された第 2 磁石列と、

前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列との間に形成される電子ビームが通過するためのギャップ空間と、

前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列とを真空封止する真空槽とを備え、

前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列の向かい合う表面のそれぞれに、熱伝導性の良いシート状材料を取り付け、前記各磁石列に発生する熱を逃がすように構成したことを特徴とする挿入型偏光発生装置。

【請求項 2】 前記シート状材料は銅により形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の挿入型偏光発生装置。

【請求項 3】 前記シート状材料は、銅とニッケルの二層構造に形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の挿入型偏光発生装置。

【請求項 4】 前記シート状材料を取り付ける際の張力を調整する調整機構を設けていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の挿入型偏光発生装置。

【請求項 5】 前記シート状材料の長手方向端部を固定する固定部材を設け、前記固定部材を前記長手方向に沿って移動させることにより張力を調整するように構成したことを特徴とする請求項 4 に記載の挿入型偏光発生装置。

【請求項 6】 前記磁石は、Nd-Fe-B 系希土類磁石であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の挿入型偏光発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対向する磁石列を真空槽に真空封止してある挿入型偏光発生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】真空中において光速近くまで加速された電子ビームが磁界中で曲げられると、電子ビームの移動軌跡の接線方向に放射光を発光し、これをシンクロトロン放射光と呼んでいる。このようなシンクロトロン放射光を発生させる光源を、電子貯蔵リング（電子ビーム蓄積リング）の直線部に設置し、高指向性、高強度、高偏指向性などの特性を生かした種々の技術の実用化のための研究が行われている。今日の電子貯蔵リングには、より高いビーム電流、より小さなビーム断面積による高輝度光源である挿入型偏光発生装置（アンジュレータ）が設けられている。

【0003】この挿入型偏光発生装置は、多数の磁石が列状に配置された第 1 磁石列と、前記第 1 磁石列に対向して設けられ、多数の磁石が列状に配置された第 2 磁石

列と、前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列との間に形成される電子ビームが通過するためのギャップ空間と、前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列とを真空封止する真空槽とを備えている。真空のギャップ空間を電子ビームが通過することにより、前述したシンクロトロン放射光を発生させる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、電子ビームの通過に伴い磁石列が加熱されてしまうという問題がある。磁石が加熱されて熱がこもってしまうと、熱減磁により磁気特性が劣化する。磁気特性が劣化すると、ギャップ空間における磁場の状態も劣化することになり、所望のシンクロトロン放射光が得られなくなる可能性がある。

【0005】挿入型偏光発生装置には、ギャップ空間のみを真空槽で覆い、ギャップ空間を挟んで対向する磁石列を大気中に配置する構成も知られている。かかる構成の場合は熱減磁の問題はそれほど発生しない。しかし、対向配置する磁石列も真空槽に封止した構成の場合は、ギャップ空間を狭く設定しており、熱減磁の問題を無視することはできない。

【0006】本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、その課題は、電子ビームの通過に伴い磁石列が加熱されることによる熱減磁の問題を解決することのできる挿入型偏光発生装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明に係る挿入型偏光発生装置は、多数の磁石が列状に配置された第 1 磁石列と、前記第 1 磁石列に対向して設けられ、多数の磁石が列状に配置された第 2 磁石列と、前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列との間に形成される電子ビームが通過するためのギャップ空間と、前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列とを真空封止する真空槽とを備え、前記第 1 磁石列と前記第 2 磁石列の向かい合う表面のそれぞれに、熱伝導性の良いシート状材料を取り付け、前記各磁石列に発生する熱を逃がすように構成したことを特徴とするものである。この構成によると、第 1 磁石列と第 2 磁石列の向かい合う表面（ギャップ空間に面する側）のそれぞれに、熱伝導性の良いシート状材料を取り付けている。電子ビームの通過により、磁石が加熱されても熱はシート状材料を伝わって逃げていくように構成している。したがって、磁石内に熱がたまり磁気特性が劣化してしまうということがない。その結果、電子ビームの通過に伴い磁石列が加熱されることによる熱減磁の問題を解決することのできる挿入型偏光発生装置を提供することができる。

【0007】本発明の好適な実施形態として、前記シート状材料は銅により形成されているものがあげられる。銅は熱伝導率の良い材料であり、磁石にたまった熱を効率良く逃がすことができる。

【0008】本発明の別の好適な実施形態として、前

記シート状材料は、銅とニッケルの二層構造に形成されているものがあげられる。シート状材料は磁石列の表面に密着していることが好ましい。ギャップの間隔を狭く設定した場合に、シート状材料が磁石列の表面から浮き上がった状態になると、電子ビームがシート状材料に衝突してしまうことがあり好ましくない。そこで、シート状材料を銅とニッケルの二層構造とすると、ニッケルは磁性体であるため磁石列の表面に密着させた状態で取り付けることができる。これにより、シート状材料の磁石表面からの浮き上がりを防止することができる。

【0009】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記シート状材料を取り付ける際の張力を調整する調整機構を設けているものがあげられる。既に述べたように、シート状材料は磁石列の表面に密着している必要がある。そこで、シート状材料を取り付ける際の張力を調整する調整機構を設けることにより、適切な張力でびんと張った状態で取り付けることができる。

【0010】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記シート状材料の長手方向端部を固定する固定部材を設け、前記固定部材を前記長手方向に沿って移動させることにより張力を調整するように構成したものがあげられる。シート状材料を引っ張る場合にも、シート状材料全体を均一に引っ張ることができるような構成が好ましい。そこで、シート状材料の長手方向端部を固定部材により固定し、この固定部材を長手方向に沿って移動させることにより、シート状材料の幅方向の全域にわたって均一に引っ張ることができる。これにより、シート状材料全体にわたり適切な張力をかけることができる。

【0011】本発明の更に別の好適な実施形態として、前記磁石は、Nd-F e-B系希土類磁石であるものがあげられる。

【0012】Nd-F e-B系希土類磁石は磁気特性は優れており、シンクロトン放射光を得るための磁気回路には好適である。しかし、熱に弱いという側面がある。よって上記の磁石を用いる場合には、本発明に係る構成は特に好適であるといえることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】<アンジュレータの構成>本発明に係る真空封止型アンジュレータ（挿入型偏光発生装置）の好適な実施形態を図面を用いて説明する。図1は、アンジュレータの断面図である。

【0014】真空槽1の内部に第1磁石列2と第2磁石列3とがギャップ空間Gを挟んで向かい合っている。ギャップ空間Gは、電子ビームBが通過する通路であり、紙面に垂直な方向に電子ビームBは進行する。また、第1・第2磁石列2, 3も多数の磁石が紙面の垂直方向に沿って並べて配置されている。第1・第2磁石列2, 3は、共に真空槽1の内部に封止されている。真空槽1には、不図示の真空ポンプが接続されている。各磁石列2, 3は、磁石列支持体4により取り付け支持されて

おり、この磁石列支持体4は昇降シャフト5等を介して1ビーム7に取り付け支持される。この1ビーム7は、不図示の昇降機構により上下駆動できるように構成されており、これにより第1・第2磁石列2, 3を上下動させることができる。つまり、ギャップ空間Gのギャップ間隔を調整できるようにしている。第1磁石列2を支持・駆動する機構と第2磁石列3を支持・駆動する機構は同じである。

【0015】<磁石ユニットの構成>図2は、各磁石列2, 3の構成単位である磁石ユニット20の構成を示す図である。この磁石ユニット20は、永久磁石21と、永久磁石21を保持するホルダー22と、永久磁石押え部材23と、フォイル押さえ部材24とから構成される。ホルダー22には凹部22aが形成され、この凹部22aに永久磁石21を載置し、永久磁石押え部材23の押え爪23aにより永久磁石21をホルダーに固定する。永久磁石押え部材23は、ホルダー22の裏面側からボルト（不図示）で引き付けることによりホルダー22に対して固定することができる。

【0016】永久磁石は、Nd-F e-B系の希土類磁石が好ましくは用いられる。例えば、米国特許4, 770, 723号、同4, 792, 368号に開示される希土類磁石を用いることができる。ホルダー22は、好ましくは無酸素銅により形成される。永久磁石21の表面には、フォイル25が張り付けられ、フォイル25の幅方向両側を押えるフォイル押さえ部材24が設けられているが、この点は後述する。

<磁石列の取り付け支持構造>次に磁石列の取り付け支持構造について説明する。図3は、第2磁石列3（第1磁石列2についても同様なので、以下単に「磁石列」という。）を上方から見た斜視図である。図4は、磁石列を支持する磁石列支持体4を裏面側（ギャップ空間に面しない反対側の面）から見た斜視図である。図5は、磁石列取り付け構造を電子ビームの進行方向から見た正面図である。図6は、磁石列取り付け構造の側面図である。

【0017】図3等に表示されるように、電子ビームの進行方向に沿って磁石列3を形成するために、図2に示される磁石ユニット20を多数個電子ビームの進行方向に並べて配置する。磁石ユニット20は、断面形状が横H型の磁石取り付けビーム40に固定される。各磁石ユニット20は、2本のボルト41により取付面40aに引き付けられるようにして固定される。この磁石取り付けビーム40は、磁石列支持体4を構成するものであるが、図示される構造に限定されるものではない。例えば、複数の部材を組み合わせ磁石列支持体4を構成してもよい。なお、磁石列3を構成するための各磁石の磁化方向については、公知の構成を採用すればよく、例えば、本出願人による特開2000-206296号公報に開示される主磁石列の磁化方向と同じでよい。

【0018】また、磁石列3の表面（ギャップ空間に面する表面）には、フォイル25（シート状材料に相当する。）が張り付けられる。ただし、フォイル25を張り付けるに当たり接着剤は用いない。このフォイル25は、電子ビームがギャップ空間を通過することにより磁石内にたまる熱を逃がすためのものである。フォイル25は、熱伝導性のよい材料で形成され、ベースを銅で、その上にニッケルめっきを施した二層構造で構成される。なお、ニッケルめっきではなくニッケルクラッドでもよい。銅は熱伝導率の良い材料であり、これにより熱を早く逃がすことができる。もちろん、銅以外の熱伝導率の良い材料（例えば、熱伝導率が $1\text{ W/cm}\cdot\text{deg}$ 以上の材料）を選択しても良い。また、ニッケル層を設けることにより、磁石列3の表面との密着性を良くすることができる。つまり、二層構造のうち、ニッケル層は磁石列3の表面側に、銅層はギャップ空間側になるように、フォイル25が張り付けられる。

【0019】永久磁石を形成するのに好ましい材料として、Nd-Fe-B系希土類磁石をあげたが、この磁石は他の種類の磁石に比べて磁気特性が優れているという利点がある。しかし、他の磁石に比較して熱に弱いという欠点がある。そこで、フォイル25により放熱させることにより磁気特性を維持することができる。

【0020】フォイル25の厚みは $50\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ であることが好ましい。厚みが $50\mu\text{m}$ 以下では張力をかけたときに切れてしまう可能性がある。また、 $100\mu\text{m}$ を超えると磁石内の熱を素早く放熱することができないからである。

【0021】フォイル25は、電子ビームの進行方向に沿って延びる長手状に形成され、その一端は固定され、他端は調整機構10により調整可能に構成されている

（図4参照）。この調整機構10は、フォイル25を張り付けるときの張力が適切になるように調整するために設けられる。図3、4に示すように、フォイル25は、磁石列3の端部における磁石ユニット20の個所で $90^\circ$ 折り曲げられて、磁石取り付けビーム40の側端面40bに密着しながら、さらに磁石取り付けビーム40の裏面側に向けて再び $90^\circ$ 折り曲げられている。フォイル25の端部は第1固定部材11と第2固定部材12により固定されている。すなわち、フォイル25の端部は、第1固定部材11と第2固定部材12に挟持されており、第2固定部材12をボルト13により第1固定部材11に対して螺合することで固定される。固定部材11、12は、図4の矢印A方向に沿って（フォイル25の長手方向に沿って）移動可能に構成されている。これに関する機構を説明する。磁石取り付けビーム40の裏面には調整台14が2本のボルト15により固定して取り付けられている。固定部材11、12は、調整台14に設けられた2本の調整ネジ16を回転させることにより、矢印A方向に沿って移動できる。第1固定

部材11の両端部には上記移動方向に沿った長孔17が形成されており、この長孔17に嵌合するガイドピン18が設けられている。これにより、固定部材11、12をスムーズに移動させることができる。

【0022】以上のような調整機構10を設けることにより、フォイル25を適切な張力で磁石表面に張り付けることができる。フォイル25と磁石表面との密着性を良くする理由は、フォイル25が磁石表面から浮き上がった状態になっていると、電子ビームと衝突する可能性があり不具合が発生するからである。また、フォイル25を引っ張るに当たり、固定部材11、12を介して引っ張るようにしているので、フォイル25の幅方向全域にわたり均一な張力でフォイル25を引っ張ることができる。フォイル25を磁石表面に密着させることで、ギャップ間隔を狭くすること（例えば、数mm程度）が可能である。

【0023】また図3に示すように、フォイル25の幅方向の両端部は、フォイル押え部材24により押えられている。このフォイル押え部材24も磁石ユニット20の裏面側からボルト（不図示）により引き付けられるようにして磁石ユニット20に固定される。これにより、フォイル25の幅方向両端部の浮き上がりを防止することができる。フォイル押え部材24を設ける個数は、図3に示すように磁石ユニット20の数個ごとで足りる。図5に示すように、温水を流すためのパイプ42が設けられており、このパイプ42は押え部材43とボルト44により、磁石取り付けビーム40に対して取り付けられている。フォイル25の一方の端部は図4に示されるような調整機構10により調整可能であるが、図示されない他方の端部については調整機構を設ける必要がなく、固定しておいて良い。固定の仕方については、図4に示すような固定部材を設ける方法で固定することができる。

【0024】＜組み立て手順＞まず、磁石取り付けビーム40に磁石ユニット20を順番に取り付けていく。次に、フォイル25の一端を固定する。フォイル25を磁石列3の表面に沿わせて張り付けていく。なお、この張り付け工程において、フォイル25を磁石表面に押し付ける保持治具を用いることが好ましい。この保持治具を用いることにより、フォイル25の浮き上がりが生じないように、端から順に張り付けていくことができる。この張り付け工程において、適宜、フォイル25の両側をフォイル押え部材24により押えていく。さらに、フォイル25のもう一方の端は調整機構10により、張力を調整されながら張り付けられていく。電子ビームの通過する全領域についてフォイル押え部材24による押えが完了することにより張り付け工程が完了する。また本発明により、図3、図4の通り側端面40bは薄いフォイルのみがあるだけなので、本発明によって作製されたアンジュレータを列状につなぎ合わせることができる。例

例えば、5mの長さのアンジュレータを列状につなぎ、20m以上の長いアンジュレータを作製することができる。

【0025】いくつかの磁石列を組み合わせる場合に、図3に示すようにフォイル25を張り付けることにより、磁石列同士を隙間なく並べることができる。つまり、フォイル25を側端面40bに密着させて裏面に回しているのので、磁石列同士を密着して並べることができる。

【0026】＜別実施形態＞磁石ユニット、磁石ユニットの支持機構については本実施形態の構成に限定されるものではない。シート状材料の形状についても本実施形態のものに限定されるものではない。

【0027】本実施形態では、シート状材料の片方の端部にのみ調整機構を設けているが、シート状材料の両方の端部に調整機構を設けても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 アンジュレータの構成を示す断面図

【図2】 磁石ユニットの構成を示す図

【図3】 磁石列を上方から見た斜視図

【図4】 磁石列支持体を裏面側から見た斜視図

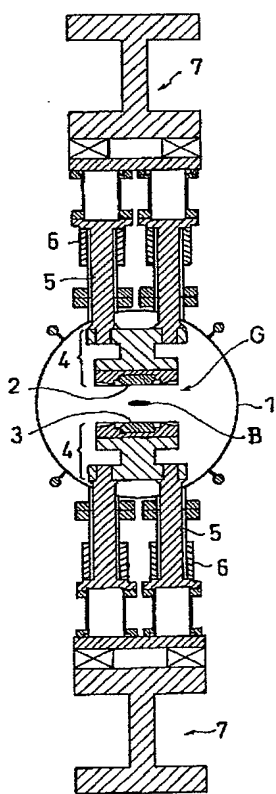
【図5】 磁石列取り付け構造を電子ビームの進行方向から見た正面図

【図6】 磁石列取り付け構造の側面図

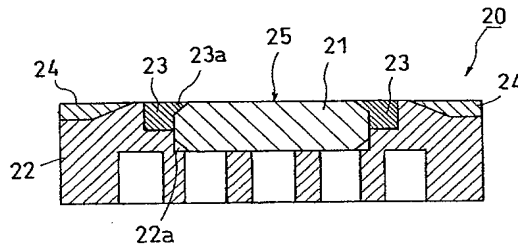
#### 【符号の説明】

- |    |         |
|----|---------|
| 1  | 真空槽     |
| 2  | 第1磁石列   |
| 3  | 第2磁石列   |
| 4  | 磁石列支持体  |
| 10 | 調整機構    |
| 11 | 第1固定部材  |
| 12 | 第2固定部材  |
| 20 | 磁石ユニット  |
| 21 | 永久磁石    |
| 40 | 磁石取り付け部 |
| G  | ギャップ空間  |
| B  | 電子ビーム   |

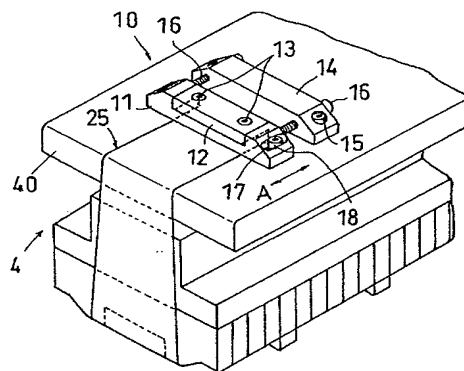
【図1】



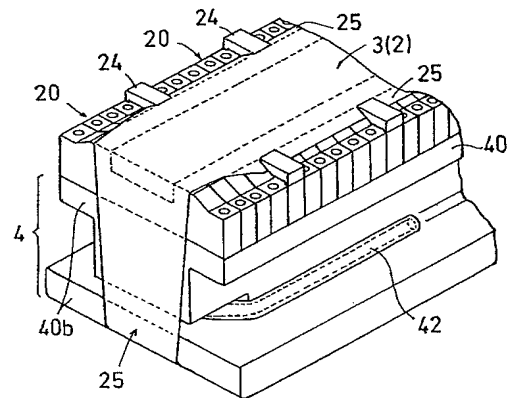
【図2】



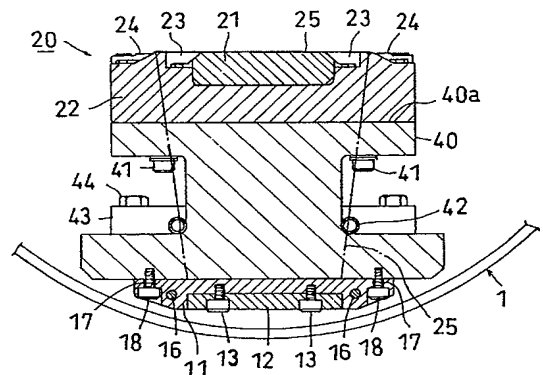
【図4】



【図3】



【図5】



【図 6】

